



## Jurnal Pengembangan Energi Nuklir

Laman Jurnal: [jurnal.batan.go.id/index.php/jpen](http://jurnal.batan.go.id/index.php/jpen)

# Perbandingan Hidrograf Satuan Sub-DAS Cisadane untuk Analisis Banjir Tapak RDNK Serpong

Euis E. Alhakim<sup>\*1</sup>, Abimanyu Bondan WS<sup>1</sup>, Eko Rudi Iswanto<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Pusat Kajian Sistem Energi Nuklir, BATAN, Jl. Kuningan Barat, Mampang Prapatan, Jakarta,

### INFORMASI ARTIKEL

#### Riwayat Artikel:

Diterima:

11 November 2019

Diterima dalam bentuk revisi:

15 Januari 2020

Disetujui:

24 Januari 2020

#### Kata kunci:

Hidrograf

SCS

Snyder

Cisadane

### ABSTRAK

**PERBANDINGAN HIDROGRAF SATUAN Sub-DAS CISADANE UNTUK ANALISIS BANJIR TAPAK RDNK SERPONG.** Perhitungan resiko banjir dalam melakukan perencanaan pembangunan suatu bangunan sipil tidak terkecuali fasilitas pembangkit listrik tenaga nuklir sangat penting dilakukan. Dengan perhitungan dan perencanaan debit banjir yang tepat akan mengurangi resiko kegagalan bangunan. Studi ini dilakukan dalam rangka menjamin keselamatan tapak termasuk fasilitas Reaktor Daya Non Komersial (RDNK) dan membandingkan berbagai hidrograf satuan yang dapat menggambarkan kondisi karakteristik tapak. Tujuan dari studi ini adalah untuk mengetahui karakteristik Sub DAS daerah aliran sungai Cisadane. Pemodelan hidrologi dilakukan dengan menggunakan Hec-GeoHMS (processing) dan HEC HMS. Hasil yang diperoleh adalah karakteristik DAS, model hidrograf snyder dan SCS serta perbandingan nilai debit puncak hidrograf terukur dengan kedua model hidrograf tersebut. Hidrograf Snyder memiliki nilai debit puncak 1148,8 m<sup>3</sup>/dt yang mendekati nilai hidrograf terukur sebesar 1153,0 m<sup>3</sup>/dt dibandingkan dengan metode SCS yaitu 1186,8 m<sup>3</sup>/s. Berdasarkan hal ini maka hidrograf satuan Snyder mempunyai nilai akurasi yang lebih sesuai dengan kondisi lapangan dibandingkan dengan hidrograf satuan SCS.

### ABSTRACT

**UNIT HYDROGRAPH COMPARASION OF CISADANE SUB-CATCHMENT FOR FLOOD ANALYSIS RDNK SERPONG SITE.** Flood risk calculation in the construction of a civil building such as nuclear power plant facilities is very important. Proper calculation and planning of flood discharge will reduce the risk of building failure. This study was carried out in order to ensure site safety including RDNK facilities and ascertain which hydrograph method is best able to describe the site's characteristic conditions.. The purpose of this study is to determine the characteristics of the Cisadane watershed. Hydrological modeling is performed using Hec-GeoHMS (processing) and HEC HMS. The results interm of the characteristics of the watershed, snyder and SCS hydrographic models and the comparison of the measured peak hydrograph peak values with the two hydrograph models are presented. The synder unit hydrograph has a peak discharge value of 1,148.8 m<sup>3</sup>/s which is close to the measured hydrograph value of 1,153.0 m<sup>3</sup>/s based on this case, than using SCS method in value 1186.8 m<sup>3</sup>/s.

**Keywords:** Hydrograph, SCS, Snyder, Cisadane

© 2019 Jurnal Pengembangan Energi Nuklir. All rights reserved

## 1. PENDAHULUAN

Perhitungan resiko banjir dalam melakukan perencanaan pembangunan suatu bangunan sipil yang berada di sekitar sungai sangat penting dilakukan. Dengan perhitungan dan perencanaan debit banjir yang tepat akan mengurangi resiko kegagalan bangunan sipil yang akan dibangun di sekitar sungai[1]. Pembangunan Reaktor Daya Non Komersial (RDNK) yang direncanakan di sekitar Daerah Aliran Sungai (DAS) Cisadane membutuhkan perhitungan hidrograf satuan dalam proses pemodelan banjir sungai untuk mitigasi dari aspek hidrologi terhadap bangunan reaktor.

Berdasarkan UU No. 10 tahun 1997

tentang Ketenaganukliran dan PP No.2 Tahun 2014 tentang Perizinan Instalansi Reaktor Nuklir, BATAN sebagai lembaga penelitian dan pengembangan energi nuklir merencanakan untuk membangun Reaktor Daya Non-Komersial (RDNK). Setiap tahapan dalam proses pembangunan instalansi nuklir, semua pertimbangan dilakukan guna menjamin faktor keselamatan dengan diberlakukan sangat ketat. Salah satunya dengan melakukan evaluasi aspek hidrologi untuk menjamin keselamatan reaktor dari ancaman bahaya hidrologi[2].

Kajian aspek hidrologi dapat memberikan pandangan seberapa besar potensi dari ancaman bencana hidrologi yang dapat mempengaruhi keberadaan bangunan RDNK mengingat lokasi tapak reaktor tersebut

<sup>\*</sup>Penulis korespondensi.

E-mail: [euisetty@batan.go.id](mailto:euisetty@batan.go.id)

berada di tepi Sungai Cisadane. IAEA memberikan pernyataan bahwa banjir adalah salah satu fenomena hidrologi yang sangat penting dilakukan kajian di lokasi tapak karena dapat menyebabkan ancaman terhadap keamanan instalasi nuklir jika terjadi peningkatan aliran air yang melebihi badan sungai[3]. Ketidakmampuan badan air sungai untuk menampung debit sungai yang meningkat akibat curah hujan tinggi ini dapat mengakibatkan luapan dan terjadi banjir di sekitar tapak reaktor.

Keberadaan curah hujan sangat penting dalam kejadian banjir. Parameter ini sangat berpengaruh dalam menentukan tinggi rendahnya permukaan air tanah (*baseflow*) dan volume air permukaan (*runoff*)[4]. Hubungan antar waktu dan aliran permukaan dapat disajikan dalam bentuk grafis yaitu berupa hidrograf. Karena kondisi fisik berbeda, setiap DAS memiliki ciri khas dalam merespon hujan yang masuk ke dalam sistem hidrologi yang dapat ditunjukkan pada hidrograf satuan (*Unit Hydrograph*).

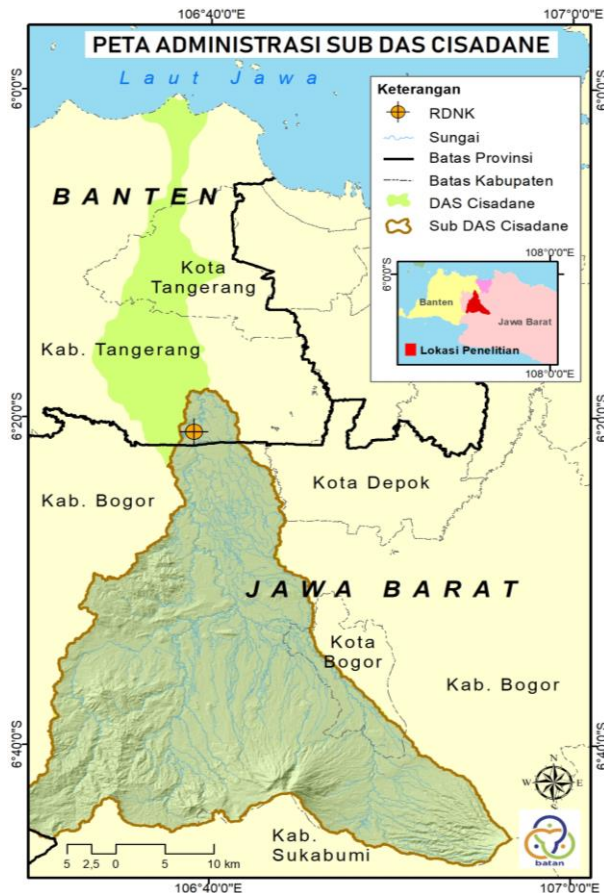
Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik daerah aliran sungai Sub DAS Cisadane berdasarkan pemodelan menggunakan HEC-GeoHMS dan membandingkan kurva hidrograf satuan model (metode SCS dan Snyder) dengan hidrograf satuan terukur. Selanjutnya diharapkan didapatkan hidrograf satuan dengan nilai akurasi yang sesuai dengan kondisi lapangan. Hidrograf tersebut nantinya dapat digunakan untuk analisis hidrologi lebih lanjut dalam rangka perencanaan bangunan pemantau air di lokasi tapak RDNK Serpong maupun rancang bangun pondasi reaktor.

## 2.METODOLOGI

### 2.1. Daerah Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada Sub DAS Cisadane dengan cakupan bagian wilayah hulu DAS Cisadane hingga batas aliran sungai yang berdekatan dengan lokasi tapak RDNK sebagai titik *outlet* Sub DAS (Gambar1). Sub DAS Cisadane merupakan daerah tangkapan air (*catchment area*) kota Bogor, Kota Tangerang dan Kabupaten Tangerang.

Morfologi daerah penelitian berupa pegunungan pada bagian selatan sehingga membentuk sungai radial sentrifugal dan semakin landai hingga datar pada bagian utara.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian.

### 2.2. Metode Hec-GeoHMS dan Hidrograf Satuan Sintetis Snyder dan SCS

Hec GeoHMS merupakan suatu *tools* yang dikembangkan oleh Angkatan Darat Amerika Serikat yang dapat digunakan untuk banyak simulasi hidrologi. Hec GeoHMS digabungkan dengan *software* ArcGIS dalam pengoperasiannya. Alat ini dapat diterapkan untuk menganalisis banjir, frekuensi banjir, perencanaan sistem peringatan banjir, kapasitas reservoir, pemulihan aliran, dll. Hec GeoHMS berisi empat komponen utama. 1) Model analitik untuk menghitung limpasan aliran darat; 2) antarmuka pengguna grafis yang menggambarkan komponen sistem hidrologi dengan fitur interaktif; 3) sistem untuk menyimpan dan mengelola data, khususnya besar, dataset variabel waktu, dan 4) sarana untuk menampilkan dan melaporkan keluaran model

Hec GeoHMS ini tidak dikalibrasi dan divalidasi untuk DAS yang ada di Indonesia dan membutuhkan input data yang tepat untuk memeriksa kesesuaian model untuk lokasi dan tujuan penelitian. Kalibrasi curah hujan untuk model limpasan dilakukan dengan data pengamatan lokal digunakan untuk meningkatkan keakuratan prediksi model. Ketika hasil model cocok dengan nilai yang diamati dari pengukuran, pengguna memiliki kepercayaan diri yang lebih besar dalam keakuratan model.

Hidrograf Satuan analisis banjir dilakukan salah satunya dengan menggunakan Hidrograf Satuan Sintetis (HSS) Snyder dan HSS *Soil Conservation Service* (SCS). HSS Snyder dikembangkan berdasarkan karakteristik DAS di dataran tinggi Appalachian Amerika Serikat oleh F.F. Snyder [5]. Metode perhitungan Snyder menggunakan beberapa persamaan 1-4 sebagai berikut[5]:

$$t_p = 0,75Ct(L, L_c)^{0,3} \quad (1)$$

$$t_r = \frac{t_p}{5,5} \quad (2)$$

$$Q_p = 2,75 \frac{t_p A}{t_p} \quad (3)$$

$$T_b = 72,3t_p \quad (4)$$

- $t_p$  = time lag (jam)
- $Q_p$  = Debit puncak ( $m^3/dt$ )
- $t_b$  = Waktu dasar (jam)
- $L$  = Panjang sungai utama (km)
- $L_c$  = Panjang sungai diukur sampai titik terdekat dengan titik berat DAS (km)
- $Ct$  = Koefisien DAS
- $A$  = Luas DAS ( $km^2$ )

Metode HSS SCS merupakan metode dengan menggunakan fungsi hidrograf tanpa dimensi untuk menyediakan bentuk standar hidrograf satuan. Dan juga koordinat hidrograf ini telah ditabelkan, sehingga mempersingkat waktu untuk perhitungan hidrograf. Dengan persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut[6]:

$$t_l = \frac{L^{0,8}(2540 - 22,86 CN)^{0,7}}{14,104 CN^{0,7} S^{0,5}} \quad (5)$$

$$t_p = t_r/2 + t_l \quad (6)$$

Dan untuk persamaan debit puncak adalah sebagai berikut:

$$Q_p = \frac{2,08 A}{t_p} \quad (7)$$

dengan:

- $t_l$  =Lag time (jam)
- $t_p$  = Waktu puncak (jam)
- $t_r$  = Durasi hujan (jam)
- $Q_p$  = Debit puncak ( $m^3/dt$ )
- $L$  = Panjang sungai utama (km)
- $CN$  = Curve Number
- $S$  = Kemiringan sungai
- $A$  = Luas DAS ( $km^2$ )

Curve Number (CN) atau bilangan lengkung aliran ditentukan berdasarkan penggunaan lahan, keadaan hidrologi tanah dan kelengasan tanah[4,7]. Klasifikasi penggunaan lahan dalam penentuan nilai CN terdiri atas faktor penggunaan tanah, perlakuan atau tindakan yang diberikan dan keadaan hidrologi. Kelengasan tanah merupakan kelembaban awal tanah dari jumlah curah hujan selama 5 hari sebelumnya. Kelembaban ini terbagi menjadi tiga klas yaitu AMC I, AMC II dan AMC III. Nilai CN dipengaruhi oleh keadaan kelembaban pada saat curah hujan rendah dan curah hujan tinggi sebagai kelengasan tanah[8], yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi Kelengasan Tanah.

Klas Kelengasan Tanah (AMC)	Jumlah Curah Hujan 5 hari sebelumnya (mm)	
	Musim Dorman	Musim Tumbuh
I (kering)	<13	<35
II (normal)	13-28	35-53
III (basah)	>28	>53

Hujan kurang dari 35 mm (kondisi kering atau lebih dari 53 mm (kondisi basah) maka CN I dan CN III perlu dilakukan penyesuaian dengan rumus sebagai berikut[8]:

$$CN(I) = \frac{4,2CN(II)}{10 - 0,058CN(II)} \quad (8)$$

$$CN(III) = \frac{23CN(II)}{10 + 0,13CN(II)} \quad (9)$$

### 2.3. Alat dan Bahan

Penelitian ini menggunakan data curah hujan harian dengan durasi total 10 tahun (2004–2013) yang diperoleh dari Stasiun pemantau hujan Dramaga, Cigudeg, Pasir Jaya dan Pasir Baru milik Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) dan Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR). Debit harian selama 10 tahun diperoleh dari *Automatic Water Level Recorder* (AWLR) Batubeulah dari Balai Pendayagunaan Sumber Daya Air (BPSDA) Wilayah Ciliwung–Cisadane.

Data Sekunder yang digunakan adalah *Digital Elevation Model* (DEM) daerah Cisadane dengan resolusi spasial 0,8 m dan Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) daerah Bogor dan Tangerang dari Badan Informasi Geospasial (BIG). Data tersebut digunakan untuk membuat peta tematik antara lain jaringan sungai, wilayah hujan, tata guna lahan dan delineasi DAS. Data jenis tanah diperoleh dari Peta Satuan Tanah daerah Cisadane dari Puslitanak skala 1:50.000.

Analisis karakteristik DAS dilakukan dengan menggunakan *software* ArcGIS versi 10.2 dengan ekstensi HEC–GeoHMS. *Software* HEC–HMS versi 3.2.0 digunakan untuk pemodelan dan perbandingan hidrograf satuan.

### 2.4. Alur Kerja

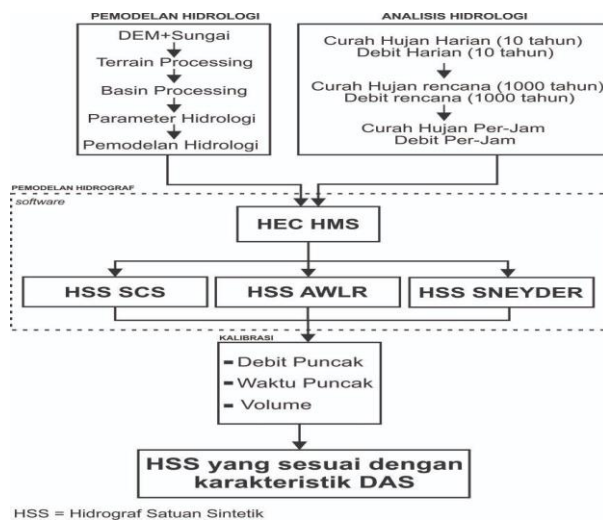
Penelitian ini dimulai dengan karakterisasi Sub DAS untuk mendapatkan model geometri untuk model hidrograf. Dengan melakukan karakterisasi Sub DAS dapat diketahui kemampuan suatu daerah aliran sungai dalam merespons hujan[9]. Parameter fisik Sub DAS antara lain luas DAS, bentuk Sub DAS, kerapatan jaringan sungai, kemiringan Sub DAS, jenis tanah dan tata guna lahan. Analisis ini dilakukan dengan menggunakan data DEM dan peta jaringan sungai yang diperoleh dari Peta RBI kemudian diolah menggunakan *software* HEC–GeoHMS.

Karakterisasi Sub DAS dapat dilakukan dengan menggunakan fasilitas *Terrain Processing* yang terdiri atas komputasi arah aliran (*flow direction*), akumulasi aliran (*flow accumulation*), penentuan jaringan sungai (*stream definition*) dan terakhir adalah mendelineasi DAS (*watershed delineation*) dan

fasilitas pada tool *Basin Processing* dan *Stream and SubBasin Characteristics* untuk penentuan jaringan sungai dalam *software* HEC–GeoHMS[9,10].

Pemodelan Hidrologi dilakukan dengan menggunakan *software* HEC–HMS untuk memodelkan hidrograf banjir perhitungan dan hidrograf banjir terukur yang diperoleh dari hubungan debit aliran dengan curah hujan[11]. Dalam penelitian ini dilakukan perhitungan hidrologi untuk debit aliran terukur dan curah hujan rencana dengan kala ulang 1000 tahun. Kemudian dilakukan pemodelan hidrograf dilakukan dengan metode SCS dan Snyder.

Perbandingan dilakukan untuk mendapatkan nilai parameter pada hidrograf model yang lebih sesuai dengan kondisi sebenarnya di lapangan[11,18]. Kalibrasi pada HEC–HMS merupakan metode objektif. Nilai dari parameter kalibrasi digunakan kriteria *Root Mean Square Errors* (RMSE) ditujukan untuk menyajikan rata-rata simpangan kuadrat (*deviation squares*) antara nilai output model pengukuran atau nilai target [12]. Secara lebih jelas alur kerja dalam penelitian ini dapat diamati pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram alir kerja penelitian.

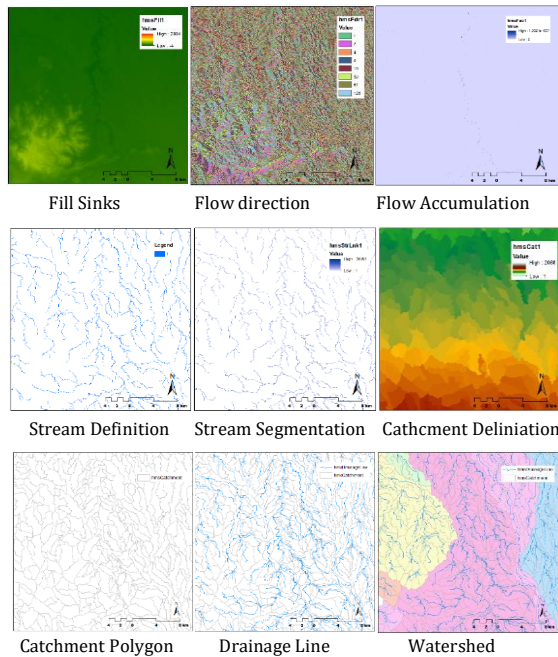
## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Karakteristik Sub DAS

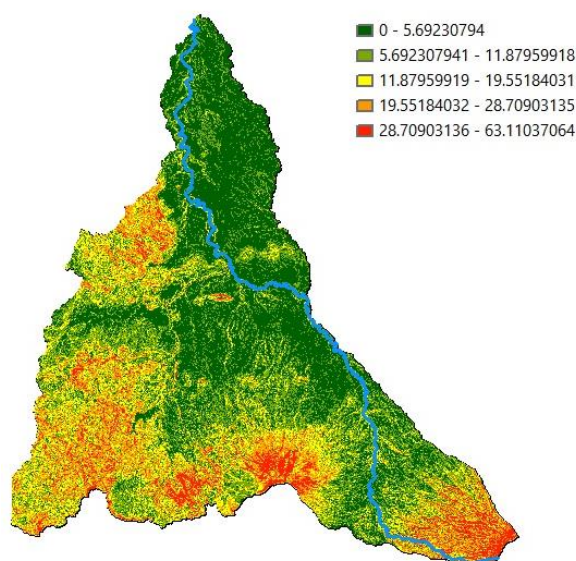
Karakterisasi fisik pada SubDAS Cisadane dilakukan dengan *software* HEC–GeoHMS. Proses ini menggunakan masukan data elevasi dan jaringan sungai. Proses *terrain processing* untuk karakterisasi DAS



dapat dilihat pada Gambar 2. Dalam proses ini DEM dan jaringan sungai akan mendefinisikan arah aliran air, pengkoreksian bentuk permukaan Sub DAS, melakukan definisi arah akumulasi aliran dan menghubungkan masing – masing jaringan sungai adan kemudian akan mendapatkan batas Sub DAS[10]. Hasil Delineasi SubDAS ditampilkan pada Gambar 3 dengan karakteristik fisik disajikan pada Tabel 4.



Gambar 2. Proses Karakteristik Sub DAS Cisadane Menggunakan Model HEC-GeoHMS.



Gambar 3. Hasil Delineasi Sub DAS Cisadane Menggunakan Model Hec-GeoHMS.

Terkait kemampuan dalam merespon hujan, hasil karakterisasi Sub DAS Cisadane yang telah dilakukan dapat memberikan interpretasi pola/bentuk pada hidrograf banjir di daerah tersebut yang cenderung meruncing. Hal ini dipengaruhi oleh bentuk Sub DAS yang melebar pada bagian hulu dan semakin menyempit menuju titik *outlet*. Selain itu, Sub DAS Cisadane memiliki daerah cakupan yang cukup luas yaitu mencapai 1131,9 km<sup>2</sup>. Kondisi demikian menunjukkan Sub DAS Cisadane memiliki kemampuan tangkapan volume air yang cukup besar[15].

Waktu konsentrasi air juga sangat dipengaruhi oleh kerapatan drainase yang ada. Pada Tabel 4 disebutkan bahwa Sub DAS Cisadane memiliki kerapatan drainase yang cukup tinggi. Kerapatan drainase ini merupakan perbandingan antara jumlah panjang sungai dan luas daerah aliran. Kerapatan drainase pada SubDAS tersebut dapat menyebabkan air lebih cepat terakumulasi ke dalam sungai dan dapat mempercepat kejadian banjir.

Tabel 4. Karakteristik Fisik SubDAS Cisadane

1. Topografi dan Jaringan Sungai	Nilai
Luas DAS (km <sup>2</sup> )	1.131,9
Panjang sungai utama (km)	102,1
Keliling DAS (km)	294,1
Kemiringan dasar sungai	0,02
Drainage density	31,1
2. Jenis Tanah	Nilai (%)
Aluvial	5,54
Andosol	6,00
Latosol	77,00
Podsolik Merah	5,46
Regosol	6,00
3. Tata Guna Lahan	Nilai (%)
Hutan	25,74
Kebun	26,17
Ladang/tegalan	6,32
Pemukiman	13,15
Sawah	27,00
Badan Air	0,91
Semak Belukar	0,68
Lahan Terbuka	0,02

Pada Tabel 4 dapat diketahui bahwa jenis tanah pada Sub DAS Cisadane berupa latosol, jenis tanah ini memiliki karakteristik fisik dengan solum tanah tebal, berwarna merah, coklat hingga kekuning-kuningan,

bertekstur liat dengan konsistensi tanah gembur[19]. Latosol memiliki mineral silika membuat jenis tanah ini memiliki tingkat plastisitas yang rendah akibatnya tanah pada Sub DAS Cisadane dapat diartikan memiliki kapasitas infiltrasi tanah sedang hingga tinggi.

Aliran air menuju titik *outlet* juga sangat dipengaruhi pada tata guna lahan yang dapat mempengaruhi kapasitas resapan[13]. Terutama untuk daerah yang telah mengalami perubahan penggunaan lahan hutan menjadi lahan untuk pertanian atau permukiman sangat mempengaruhi karakteristik hidrograf aliran[14]. Pada Tabel 4 diketahui bahwa nilai prosentase yang hampir sama pada Sub DAS Cisadane untuk tata guna lahan adalah sawah, kebun dan hutan. Daerah dengan vegetasi yang rapat seperti hutan tersebut memiliki kapasitas infiltrasi besar akan menghasilkan aliran yang kecil. Tata guna lahan ini tersebar di bagian hulu SubDAS Cisadane.

Daerah dengan lahan terbuka seperti ladang/tegalan di bagian lereng kaki gunung hingga daerah perbukitan di SubDAS Cisadane akan memberikan pengaruh terhadap besaran aliran permukaan akibat tanah yang mampat mengakibatkan infiltrasi tanah berkurang. Hal ini juga dapat memberikan pengaruh terhadap kecepatan akumulasi air pada sungai – sungai yang lebih tinggi sehingga dapat menyebabkan banjir.

### 3.2. Kalibrasi hidrograf

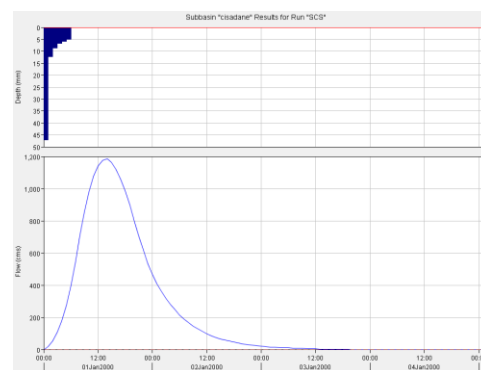
Pemodelan hidrograf satuan menggunakan HEC-HMS dilakukan dengan menggunakan masukan nilai karakteristik fisik SubDAS dan curah hujan dengan kala ulang 1000 tahun sebesar 190,3 mm/jam. Curah hujan ini dihasilkan dari perhitungan hidrologi curah hujan harian selama 10 tahun. Hasil pemodelan dengan metode SCS dan Snyder berupa nilai parameter dari hidrograf satuan sintetik ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Karakteristik Hidrologi SubDAS Cisadane

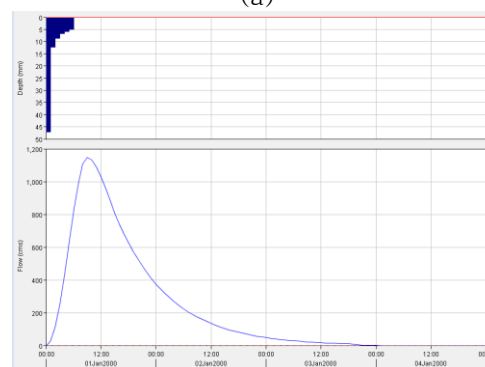
Komponen	SCS	Snyder
Debit Puncak	1186,8 m <sup>3</sup> /dt	1148,8 m <sup>3</sup> /dt
Waktu Puncak	13,5 jam	9 jam
Volume larian	7509,6 m <sup>3</sup> /dt	5511,2 m <sup>3</sup> /dt

Selain dalam bentuk nilai, parameter hidrograf satuan juga ditampilkan dalam bentuk gambar berupa grafik lengkung antara waktu dan debit tiap waktu yang disajikan pada Gambar 4.

Berdasarkan dari pemodelan tersebut diketahui bahwa debit puncak untuk hidrograf SCS lebih tinggi dibandingkan Snyder. Dengan menggunakan nilai *lag time* sebesar 11,98 jam dan metode penelusuran (*routing method*) menggunakan Muskingum-Cunge diperoleh debit puncak 1.186,8 m<sup>3</sup>/dt selama 13,5 jam dengan volume larian sebesar 7.509,6 m<sup>3</sup>/dt. Nilai *lag time* memiliki pengaruh terhadap kinerja hidrograf SCS[16]. Hasil model menunjukkan debit puncak pada hidrograf SCS lebih besar daripada hidrograf Snyder, namun waktu durasi hujan untuk sampai dengan tercapainya debit puncak lebih cepat 4,5 jam pada hidrograf Snyder. Dalam memodelkan hidrograf Snyder ini digunakan *standard-lag* sebesar 7,7 jam menghasilkan debit puncak sebesar 1.148,8 m<sup>3</sup>/dt selama 9 jam dengan volume larian sebesar 5.511,2 m<sup>3</sup>/dt.



(a)



(b)

Gambar 4. Hidrograf Satuan SCS (a) dan Snyder(b) pada Sub DAS Cisadane.

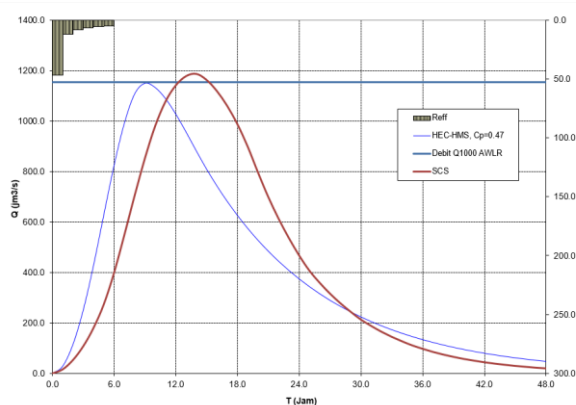
Kalibrasi hidrograf dilakukan dengan membandingkan hidrograf pengukuran langsung di lapangan yaitu dari stasiun AWLR

Batubeulah dengan hidrograf hasil perhitungan metode Snyder dan SCS. Kalibrasi ini dilakukan untuk mendapatkan hidrograf perhitungan dari kedua metode tersebut yang sesuai dengan kondisi sebenarnya di lapangan.

Pemodelan menggunakan HEC-HMS diperlukan penyesuaian terhadap parameter pada hidrograf perhitungan agar memperoleh model yang lebih mendekati kondisi yang sebenarnya [5,17]. Pada proses perbandingan ini telah dilakukan penyesuaian karakteristik DAS dan parameter lainnya yaitu koefisien puncak yaitu untuk masing – masing hidrograf perhitungan. Dengan demikian dapat diasumsikan bahwa nilai parameter hasil kalibrasi ini dapat digunakan untuk merepresentasikan model hidrograf hingga titik *outlet* tapak reaktor RDNK.

Hasil perbandingan ditunjukkan pada Gambar 5 dimana garis lengkung warna merah adalah hidrograf satuan SCS sedangkan warna biru adalah hidrograf dengan metode Snyder. Sedangkan hidrograf pengamatan disajikan dengan garis lurus sebagai nilai debit puncak yaitu sebesar  $1.153 \text{ m}^3/\text{dt}$ .

Pada Gambar 5 gambar tersebut terlihat ada perbedaan antara debit puncak dan waktu puncak pada kedua hidrograf perhitungan. Debit puncak hidrograf SCS cenderung lebih besar daripada hidrograf terukur. Sedangkan pada hidrograf Snyder lebih kecil bahkan cenderung mendekati dengan hidrograf terukur. Jika dilihat nilainya, selisih debit puncak hidrograf terukur dengan hidrograf Snyder hanya sebesar  $4,8 \text{ m}^3/\text{dt}$  sedangkan dengan hidrograf SCS sebesar  $30,8 \text{ m}^3/\text{dt}$ .



Gambar 5. Hasil Optimalisasi Kalibrasi Hidrograf Banjir Model Sub DAS Cisadane.

Waktu debit puncak pada hidrograf Snyder sangat dipengaruhi oleh 3 parameter yaitu kemiringan dasar sungai, panjang sungai, dan luas DAS. Semakin cepat pengaliran akan semakin singkat waktu yang dibutuhkan untuk mencapai puncak. Berdasarkan penjelasan sebelumnya pada bab karakteristik DAS diketahui bahwa kemiringan dasar sungai daerah penelitian cukup besar sehingga waktu yang dibutuhkan untuk sampai daerah *outlet* hanya membutuhkan waktu 9 jam.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan DAS, pola/bentuk hidrograf banjir di SubDAS Cisadane cenderung mengalami aliran permukaan yang besar sehingga kecepatan akumulasi air pada sungai tinggi dan hal ini mengakibatkan debit banjir yang akan terjadi cenderung tinggi. Hal demikian dapat diinterpretasikan dari bentuk/pola hidrograf di SubDAS Cisadane yang cenderung meruncing dengan kurva kenaikan yang tajam, debit puncak tinggi dan kurva penurunan yang cepat.

Hasil pemodelan hidrograf menunjukkan hidrograf SCS memiliki nilai puncak debit, waktu puncak dan volume larian yang lebih tinggi dibandingkan dengan hidrograf Snyder. Setelah dilakukan perbandingan dengan hidrograf terukur diketahui bahwa Hidrograf Snyder dianggap lebih sesuai dengan kondisi di lapangan. Hal ini diperoleh dari nilai debit puncak pada hidrograf Snyder yang lebih mendekati debit puncak hidrograf terukur.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis ucapkan kepada KEMENRISTEK-DIKTI yang telah mendanai penelitian ini melalui program Insentif Riset Sistem Inovasi Nasional Tahun Anggaran 2019, dan Kepala Bidang Kajian Data Tapak, Dr. Sunarko, yang telah memberikan dukungan dan bimbingan dalam penulisan makalah ini.

#### DAFTAR ACUAN

1. O. Salau and S. A, "Technical Analysis Of Hydrologic Issues For Dadin Kowa Dam Safety Evaluation,"

- International Journal of Scientific & Technology Research*, vol. 6, no. 11, pp. 58–62, 2017.
2. BAPETEN, *Ketentuan Keselamatan Evaluasi Tapak Instalasi Nuklir*. Indonesia, 2018, pp. 1–58.
3. IAEA, “Meteorological and Hydrological Hazards in Site Evaluation for Nuclear Installations,” Vienna, 2011.
4. Indarto, *Hidrologi: Metode Analisis dan Tool untuk Interpretasi Hidrograf Aliran Sungai*, 1st ed., no. October 2016. Jember: Bumiaksara, 2017.
5. H. Siswoyo, J. Pengairan, F. Teknik, and U. Brawijaya, “PENGEMBANGAN MODEL HIDROGRAF SATUAN SINTETIS.”
6. M. Syarifudin, “Studi tentang Model Hidrograf Satuan Sintetik pada Sub DAS Bayur Samarinda, Kalimantan Timur,” *Jurnal Geografi GEA*, vol. 8, no. 2, 2008.
7. D. Halwatura and M. M. M. Najim, “Environmental Modelling & Software Application of the HEC-HMS model for runoff simulation in a tropical catchment,” *Environmental Modelling and Software*, vol. 46, pp. 155–162, 2013.
8. S. S. S. V. R. Kannan, “Rainfall – runoff estimation using SCS – CN and GIS approach in the Pappiredipatti watershed of the Vaniyar sub basin , South India,” *Modeling Earth Systems and Environment*, vol. 3, no. 1, pp. 1–8, 2017.
9. N. Inayah, Y. Hidayat, and S. D. Tarigan, “Simulation of Surface Water Retention using HEC-GeoHMS Model ( Case Study : Upper Ciliwung Watershed , West Java ),” *International Journal of Science and Research*, vol. 6, no. 6, pp. 2125–2130, 2017.
10. US Army Corps of Engineers, “HEC-GeoHMS,” 2003.
11. M. Razi, J. Ariffin, W. Tahir, and N. Arish, “Flood estimation studies using hydrologic modeling system (HEC-HMS) for Johor River Malaysia,” *Journal of Applied Sciences*, vol. 10, no. 11, pp. 930–939, 2010.
12. D. Roy, S. Begam, S. Ghosh, and S. Jana, “Calibration And Validation Of Hec-Hms Model For A River Basin In Eastern India,” *Journal of Engineering and Applied Sciences*, vol. 8, no. 1, pp. 40–56, 2013.
13. H. Pawitan, “Hidrologi das ciliwung dan andilnya terhadap banjir jakarta 1,” in *Lokakarya Pendekatan DAS dalam Menanggulangi Banjir Jakarta*, 2015, no. December.
14. B. Latuamury and K. Resesi, “Pengaruh Kerapatan Vegetasi Penutup Lahan Terhadap Karakteristik Resesi Hidrograf Pada Beberapa Subdas DiPropinsi Jawa Tengah Dan Propinsi DIY,” *MGI*, vol. 26, no. 2, pp. 98–118, 2012.
15. H. Gao, H. Cai, and Z. Duan, “Understanding the impacts of catchment characteristics on the shape of the storage capacity curve and its influence on flood fows,” *Hydrology Research*, vol. 49, no. 1, pp. 90–106, 2018.
16. A. Steinmetz, S. Beskow, F. da S. Terra, M. C. M. Nunes, M. M. Vargas, and J. F. Horn, “Spatial discretization influence on flood modeling using unit hydrograph theory,” *Brazilian Journal of Water Resources*, vol 24, pp. 1–12, 2019.
17. H. Madsen, “Automatic calibration of a conceptual rainfall – runoff model using multiple objectives,” *Journal of Hydrology* vol. 235, pp. 276–288, 2000.
18. Z. H. He, F. Q. Tian, H. V Gupta, H. C. Hu, and H. P. Hu, “Diagnostic calibration of a hydrological model in a mountain area by hydrograph partitioning,” *Journal Hydrology and Earth System Sciences*, Vol 19, pp. 1807–1826, 2015.
19. S. Sukartaatmadja, Y. Sato, E. Yamaji, and M. Ishikawa, “The Effect of Rainfall Intensity on Soil Erosion and Runoff for Latosol Soil in Indonesia,” *Bulkletin Agron* vol. 31, no. 2, pp. 71–79, 2003.